

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 100247482 B1
(43)Date of publication of application: 13.12.1999(21)Application number: 1019970062411
(22)Date of filing: 24.11.1997(71)Applicant: KOREA TELECOM
(72)Inventor: LEE, SEUNG TAK
PARK, YEONG IL

(51)Int. Cl. G02F 1 /29

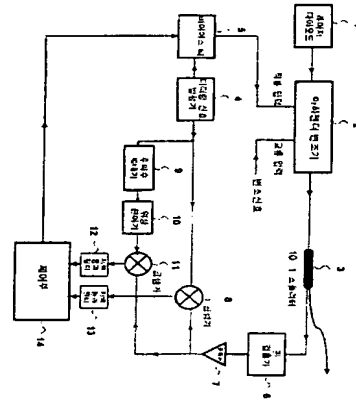
(54) DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING OPERATING POINT OF MODULATOR

(57) Abstract:

PURPOSE: A device and a method for controlling an operating point of a modulator are provided to fix a modulator in the optimal point by controlling the direction and the quantity of control based on the detected fundamental and the second harmonic frequencies.

CONSTITUTION: A Mach Zender modulator(2) modulates a dithering signal of low speed(less than 1 kHz) generated from a dithering signal generator(4) to decide the present operation point thereof. A splitter(3) for dividing the output of the Mach Zender modulator(2) in the ratio of 10 to 1 converts the dithering signal(4) into an electrical signal. A multiplier(8) and a low pass filter(LPF)(13) detect a fundamental frequency from the dithering signal to be amplified by an amplifier(7),

so as to decide the region of the present operation point. Also, a multiplier(11) and an LPF(12) detect the second harmonic frequency from a dithering signal passing through a frequency doubler(9)/ frequency shifter(10) and the amplified signal detected from a PIN detector(6), so as to decide the deviation from the optimal point. Then the fundamental frequency and the second harmonic frequency are inputted to a controller(14). Therefore, it is possible to control a direct current bias based on the direction and the quantity of the control so as to fix the modulator(2) in the optimal point always.



COPYRIGHT 2001 KIPO

Legal Status

Date of request for an examination (19971124)
 Notification date of refusal decision (00000000)
 Final disposal of an application (registration)
 Date of final disposal of an application (19991207)
 Patent registration number (1002474820000)
 Date of registration (19991213)
 Number of opposition against the grant of a patent ()
 Date of opposition against the grant of a patent (00000000)
 Number of trial against decision to refuse ()
 Date of requesting trial against decision to refuse ()

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl. 6
G02F 1/29(11) 공개번호 특1999-0041757
(43) 공개일자 1999년06월15일

(21) 출원번호 10-1997-0062411

(22) 출원일자 1997년11월24일

(71) 출원인 한국전기통신공사 이계철
경기도 성남시 분당구 정자동 206(72) 발명자 박영일
대전광역시 서구 내동 220-2 롯데아파트 110-101
이승탁
대전광역시 유성구 화암동 62-1(74) 대리인 박해천
원석희

심사청구 : 있음

(54) 변조기의 동작점 제어 장치 및 그 방법

요약

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

본 발명은 외부변조기의 동작점 제어 장치 및 그 방법에 관한 것임.

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

본 발명은 변조기에 디더링 신호를 가하고 변조기의 출력 신호중 디더링 신호의 기본 주파수와 2차 고조파를 동시에 검출하여 전자를 이용해서는 현재 동작점의 경사를 판단하여 제어 전압의 증감 방향을 결정하고, 후자를 이용해서는 제어 전압의 크기를 판단함으로써 어느 상황에서도 변조기가 잘 동작할 수 있도록 한 변조기의 동작점 제어 장치 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있음.

3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은, 저주파의 디더링 신호를 변조기에 인가한 후에 변조기 출력의 기본 주파수 및 2차 고조파를 동시에 감시하여 변조기의 현재 동작점이 어디에 있든지간에 동작점이 가장 적합한 위치로 움직여서 고정되도록 제어하여 동작점을 일정하게 유지시키므로써, 변조된 신호의 크기 및 소광비를 일정하게 유지할 수 있다.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 초고속 광송신기 등의 변조기의 동작점을 제어하는데 이용됨.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 1c 는 본 발명에 따른 변조기의 동작점 제어 장치 및 그 방법에 대한 원리를 설명하기 위한 설명도.

도 2 는 본 발명에 따른 변조기의 동작점 제어 장치의 일실시에 구성도.

도 3 은 본 발명에 따른 제어부의 상세 구성도.

★ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

1 : 레이저 다이오드 2 : 마하젠더 변조기

3 : 10:1 스플리터 4 : 디더링(dithering) 신호 발생기

5 : 바이어스 티(Bias Tee) 6 : 핀(PIN) 검출기

7,141,142 : 증폭기 8,11 : 곱셈기(Multiplier)

9 : 주파수 체배기(frequency doubler)

10.: 위상 편이기(frequency shifter)

12,13 : 저역 통과 필터(LPF)

14 : 제어부 143,144,146 : 비교기(comparator)

145 : 배타적 논리합(XOR) 게이트 147 : 비례 적분기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 2.5Gbps급 이상 고속 광통신의 송신부에 이용되는 변조방식중 마하젠더 변조기 등과 같은 변조기의 동작점을 제어하기 위한 변조기의 동작점 제어 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

마하젠더 변조기는 간섭계의 원리로 동작하기 때문에 2개의 암(arm)중 어느 한 개 암의 길이가 온도 등의 원인으로 변하는 경우에 동작점이 변하게 되고, 결과적으로 변조기 출력의 광파워 및 소광비가 변하게 된다. 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 가지 방법이 시도되어 왔다.

첫 번째 방법으로는 변조기 제조시 재료를 소자적으로 잘 제작하여 동작점 자체가 많이 변하지 않게 해 주는 방법이다. 실제 이런 연구가 과거 수년 동안 진행되어서 그간 광복합 만큼 변조기가 안정되었다. 그러나, 장시간의 안정성을 요구하는 통신장비의 특성에 비추어볼 때, 동작점을 제어하지 않아도 될 정도로 안정화되었다고 볼 수는 없다.

다음으로, 변조기의 동작점을 제어하는 방법으로 가장 많이 사용되고 있는 방법이 디더링 신호(dithering signal)을 변조기에 인가하여 이 디더링 신호가 변조기를 통해 어떻게 변화되는지를 살피는 방법이다. 즉, 디더링 신호의 2배 고조파에 해당하는 성분을 록-인 증폭기(Lock-in Amplifier)를 이용하여 추출하여 이 성분이 '0'이 되도록 변조기의 직류(dc) 바이어스를 조절하였다. 그러나, 이러한 종래 방법은 제어 전압의 증감 방향이 동작점의 경사 방향에 따라 다르기 때문에 초기 동작값을 상황에 따라 맞추어 주어야 하는 문제점이 있었다. 따라서, 이러한 종래 방법은 전원을 켜짐과 동시에 어떤 상황에서라도 동작하여야 하는 통신 장치에는 적합하지 않다고 볼 수 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

상기 문제점을 해결하기 위하여 안출된 본 발명은, 저주파의 디더링 신호를 변조기에 인가한 후에 변조기 출력의 기본 주파수 및 2차 고조파를 동시에 감시하여 변조기의 현재 동작점이 어디에 있든지간에 동작점이 가장 적합한 위치로 움직여서 고정되도록 제어하여 동작점을 일정하게 유지시키므로써, 변조된 신호의 크기 및 소광비를 일정하게 유지할 수 있는 변조기의 동작점 제어 장치 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 외부변조기의 동작점이 안정되도록 제어하기 위한 변조기의 동작점 제어 장치에 있어서, 상기 외부변조기의 출력신호를 분리하기 위한 신호 분리 수단; 상기 신호 분리 수단으로부터 출력되는 신호중 일측 신호를 전기신호로 변환하여 검출하기 위한 검출 수단; 상기 검출 수단에서 검출된 전기신호를 증폭하기 위한 제1 증폭 수단; 상기 제1 증폭 수단에서 증폭된 검출 전기신호와 디더링 신호(dithering signal)를 곱하여 전기신호중 디더링 신호와 실질적으로 동일한 주파수 성분을 검출하기 위한 제1 곱셈 수단; 상기 제1 곱셈 수단의 출력신호중 직류(dc) 성분을 검출하기 위한 제1 저역 통과 필터링 수단; 디더링 신호의 주파수를 소정의 배수로 체배하기 위한 주파수 체배 수단; 상기 주파수 체배 수단으로부터 출력되는 신호의 위상을 소정의 각도만큼 변화시키기 위한 위상 편이 수단; 상기 위상 편이 수단의 출력신호를 상기 제1 증폭 수단에서 증폭된 검출 전기신호와 곱하여 전기신호중 디더링 신호의 상기 소정 배수가 되는 주파수 성분을 검출하기 위한 제2 곱셈 수단; 상기 제2 곱셈 수단의 출력

신호중 직류(dc) 성분을 검출하기 위한 제2 저역 통과 필터링 수단; 상기 제1 및 제2 저역 통과 필터링 수단에서 검출된 직류(dc) 성분들을 이용하여 상기 외부변조기의 동작점 위치와 상기 외부변조기에 인가되어야 할 직류(dc) 전압의 크기를 결정하기 위한 제어 수단; 디더링 신호를 발생하여 상기 제1 곱셈 수단과 상기 주파수 체배 수단으로 출력하기 위한 신호 발생 수단; 및 상기 신호 발생 수단으로부터 출력되는 디더링 신호와 상기 제어 수단으로부터 출력되는 직류(dc) 전압을 더하여 상기 외부변조기의 직류(dc) 바이어스 포트에 인가하기 위한 전압 인가 수단을 포함한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 일실시예를 상세히 설명한다.

도 1a 내지 1c는 본 발명에 따른 변조기의 동작점 제어 장치 및 그 방법에 대한 원리를 설명하기 위한 설명도로서, 변조기의 동작점에 따른 광출력 및 디더링 신호를 가했을 때 출력에서 검출된 기본 주파수 성분 및 2차 고조파 성분을 보여준다.

마하젠더형 변조기는 초고속 전송을 하는데 있어 광신호의 첩(chirp)을 영으로 만들 수 있고, 변조 속도를 수십 Gbps 이상으로 높일 수 있다는 장점으로 인해 많은 관심을 받고 있다. 그러나, 이러한 마하젠더형 변조기를 잘 사용하기 위해서는 주변 온도 등의 변화에도 불구하고 변조기의 동작점을 일정하게 고정하여 출력을 안정되게 유지시켜주어야 한다. 또한, 이러한 동작점 제어는 현재의 동작점의 위치가 어느 곳에 있든지간에 가능해야 한다.

본 발명에서는 변조기에 디더링 신호를 가하고 변조기의 출력 신호중 디더링 신호의 기본 주파수와 2차 고조파를 동시에 검출하여, 전자를 이용해서는 현재 동작점의 경사를 판단하여 제어 전압의 증감 방향을 결정하고, 후자를 이용해서는 제어 전압의 크기를 판단함으로써 어느 상황에서든 변조기가 잘 동작할 수 있도록 하였다.

상기와 같은 본 발명의 원리를 좀 더 상세히 살펴보면 다음과 같다.

도 1a는 변조기 바이어스 전압과 광출력과의 관계를 나타낸다. 여기에서 최적점은 각 영역의 중간부분으로서, 이 곳에서 변조가 이루어질 때 가장 안정된 변조가 이루어진다. 한편, 이 최적점을 기준으로 주변 환경에 의해 동작점이 변화될 때, 바이어스 전압의 증감 방향은 I영역과 II영역에 따라 반대이다.

도 1b는 디더링 신호를 변조기에 가한 후에 변조기의 출력을 검출하고 이로부터 기본 주파수 성분을 추출할 때, 기본 주파수의 크기가 I영역에서는 (+)로, II영역에서는 (-)로 나타남을 보여준다. 따라서, 이로부터 현재 동작점이 위치하는 영역을 판단할 수 있게 된다.

도 1c는 디더링 신호의 2차 고조파 성분을 나타내는데 최적점을 기준으로 부호가 바뀔 수 있다. 따라서, 이를 이용하여 제어 방향을 알 수 있다.

이에 따라 본 발명에서는 도 1b 및 도 1c의 결과를 활용하여 제어의 방향과 양을 결정하여 변조기의 직류(dc) 바이어스를 제어함으로써 변조기가 항상 최적점에 고정되도록 한다.

도 2는 본 발명에 따른 변조기의 동작점 제어 장치의 일실시예 구성도이다.

본 발명에 따른 변조기의 동작점 제어 장치는, 광 신호를 출력하기 위한 레이저 다이오드(1), 상기 레이저 다이오드(1)로부터 출력되는 광 신호를 변조하기 위한 마하젠더 변조기(2), 저속의 디더링 신호(dithering signal)를 발생하기 위한 디더링 신호 발생부(4), 상기 디더링 신호 발생부(4)로부터 출력되는 디더링 신호와 직류(dc) 전압을 더하여 상기 마하젠더 변조기(2)의 직류(dc) 바이어스 포트에 공급하기 위한 바이어스 티(Bias Tee)(5), 상기 마하젠더 변조기(2)의 출력을 10:1로 분리하기 위한 스플리터(3), 상기 스플리터(3)로부터 출력되는 광신호중 일부 광신호를 전기신호로 변환하여 검출하기 위한 핀(PIN) 검출기(6), 상기 핀 검출기(6)에서 검출된 전기신호를 충분한 크기로 증폭하기 위한 증폭기(7), 상기 증폭기(7)에서 증폭된 검출 전기신호와 상기 디더링 신호 발생기(4)의 디더링 신호를 곱하여 전기신호중 디더링 신호와 같은 주파수 성분만을 검출하기 위한 제1 곱셈기(multiplier)(8), 상기 곱셈기(8)의 출력신호중 직류(dc) 성분만을 검출하기 위한 제1 저역 통과 필터(13), 상기 디더링 신호 발생기(4)의 디더링 신호의 주파수를 2배로 체배하기 위한 주파수 체배기(frequency doubler)(9), 상기 주파수 체배기(9)의 출력신호를 90도 위상 변화시키기 위한 위상 편이기(phase shifter)(10), 상기 위상 편이기(10)의 출력신호를 상기 증폭기(7)에서 증폭된 검출 전기신호와 곱하여 전기신호중 디더링 신호의 2배 주파수 성분만을 검출하기 위한 제2 곱셈기(11), 상기 제2 곱셈기(11)의 출력신호중 직류(dc) 성분만을 검출하기 위한 제2 저역 통과 필터(12), 상기 제1 및 제2 저역 통과 필터(12,13)에서 검출된 직류(dc) 성분들을 이용하여 상기 마하젠더 변조기(2)의 현재 동작점 위치와 상기 마하젠더 변조기(2)에 가해져야 할 직류(dc) 전압의 크기를 결정하여 상기 바이어스 티(5)로 출력하기 위한 제어부(14)를 포함한다.

다음으로, 본 발명에 따른 변조기의 동작점 제어 장치의 동작을 살펴보면, 먼저 마하젠더 변조기(2)의 현재 동작 위치를 판별하기 위하여 저속(~1kHz)의 디더링 신호(4)를 발생시켜 마하젠더 변조기(2)에 가한다.

그러면, 이 디더링 신호 자체가 마하젠더 변조기(2)에서 변조되어 출력으로 나타나는데 그 신호중 일부만을 스플리터(3)로 분리해 내서 전기신호로 변환시킨다(6). 이때, 사용하고자 하는 전기신호는 디더링 신호 영역의 저속 신호이기 때문에 저속의 검출기를 사

용할 수 있다. 이후, 이 전기신호를 후단의 회로에서 사용하기에 충분한 값으로 증폭시키기 위해 증폭기(7)를 통과시킨다. 이 증폭된 전기신호에는 디더링 신호의 기본 주파수를 포함하여 이의 고조파 신호들이 혼재되어 있는데, 곱셈기(8)와 저역 통과 필터(13)를 이용하여 기본 주파수를 검출하므로써, 도 1 에서 설명한 바와 같이 현재 동작점의 영역을 판단할 수 있다.

또한, 디더링 신호를 2배 주파수 체배기(9)와 90도 위상 편이기(10)를 통과시킨 후에 핀 검출기(6)에서 검출되어 증폭된 전기 신호와 함께 곱셈기(11)와 저역 통과 필터(12)를 통과시켜 2차 고조파 성분을 검출할 수 있는데, 이 고조파로부터 도 1 에서 설명한 최적점으로부터의 편이(deviation)을 판단할 수 있다. 이후, 이들 기본 주파수 성분과 2차 고조파 성분은 각각 제어부로 입력된다.

도 3 은 본 발명에 따른 제어부의 상세 구성도이다.

제어부(14)는 저역 통과 필터(13)로부터 기본 주파수의 직류 성분을 입력받아 증폭하기 위한 증폭기(141), 상기 증폭기(141)의 출력신호를 디지털 신호로 변환시키기 위한 비교기(143), 저역 통과 필터(12)로부터 2차 고조파의 직류 성분을 입력받아 증폭하기 위한 증폭기(142), 상기 증폭기(142)의 출력신호를 디지털 신호로 변환시키기 위한 비교기(144), 상기 두 비교기(143,144)의 출력신호를 배타적 논리합하여 제어방향을 판단하기 위한 배타적 논리합(XOR) 게이트(145), 상기 배타적 논리합 게이트(145)의 출력신호와 적절한 기준값을 비교하여 전압의 증감을 결정하기 위한 비교기(146) 및 상기 비교기(146)의 출력신호를 비례적분하여 최종적인 제어신호를 발생하여 상기 바이어스 티(5)로 출력하기 위한 비례 적분기(147)를 포함한다.

이때, 상기 배타적 논리합 게이트(145)에서 제어방향을 결정하는 원리는 다음의 (표 1)과 같다.

[표1]

기본 주파수 성분	2차 고조파 성분	제어방향
+	+	-
+	-	+
-	+	+
-	-	-

이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

발명의 효과

상기와 같은 본 발명은, 마하젠더형 변조기 등의 외부변조기를 현재 동작점의 위치에 관계없이 자동으로 제어할 수 있으며, 이에 따라 어느 순간에나 광전송 장치를 온(ON)하면 변조기가 동작하며, 송신부에 사용되는 경우에 항상 일정한 소광비와 광출력을 얻을 수 있으며, 선형성이 좋은 부분에서 변조하므로써 최적의 광신호를 발생할 수 있는 효과가 있다.

(57)청구의 범위

청구항1

외부변조기의 동작점이 안정되도록 제어하기 위한 변조기의 동작점 제어 장치에 있어서,

상기 외부변조기의 출력신호를 분리하기 위한 신호 분리 수단;

상기 신호 분리 수단으로부터 출력되는 신호중 일측 신호를 전기신호로 변환하여 검출하기 위한 검출 수단;

상기 검출 수단에서 검출된 전기신호를 증폭하기 위한 제1 증폭 수단;

상기 제1 증폭 수단에서 증폭된 검출 전기신호와 디더링 신호(dithering signal)를 곱하여 전기신호중 디더링 신호와 실질적으로 동일한 주파수 성분을 검출하기 위한 제1 곱셈 수단;

상기 제1 곱셈 수단의 출력신호중 직류(dc) 성분을 검출하기 위한 제1 저역 통과 필터링 수단;

디더링 신호의 주파수를 소정의 배수로 체배하기 위한 주파수 체배 수단;

상기 주파수 체배 수단으로부터 출력되는 신호의 위상을 소정의 각도만큼 변화시키기 위한 위상 편이 수단;

상기 위상 편이 수단의 출력신호를 상기 제1 증폭 수단에서 증폭된 검출 전기신호와 곱하여 전기신호중 디더링 신호의 상기 소정 배수가 되는 주파수 성분을 검출하기 위한 제2 곱셈 수단;

상기 제2 곱셈 수단의 출력신호중 직류(dc) 성분을 검출하기 위한 제2 저역 통과 필터링 수단;

상기 제1 및 제2 저역 통과 필터링 수단에서 검출된 직류(dc) 성분들을 이용하여 상기 외부변조기의 동작점 위치와 상기 외부변조

기에 인가되어야 할 직류(dc) 전압의 크기를 결정하기 위한 제어 수단;
디더링 신호를 발생하여 상기 제1 곱셈 수단과 상기 주파수 체배 수단으로 출력하기 위한 신호 발생 수단; 및
상기 신호 발생 수단으로부터 출력되는 디더링 신호와 상기 제어 수단으로부터 출력되는 직류(dc) 전압을 더하여 상기 외부변조기의 직류(dc) 바이어스 포트에 인가하기 위한 전압 인가 수단을 포함하는 변조기의 동작점 제어 장치.

청구항2

제 1 항에 있어서,
상기 제어 수단은,
상기 제1 저역 통과 필터링 수단으로부터 기본 주파수의 직류 성분을 입력받아 증폭하기 위한 제2 증폭 수단;
상기 제2 증폭 수단의 출력신호를 디지털 신호로 변환시키기 위한 제1 비교 수단;
상기 제2 저역 통과 필터링 수단으로부터 소정 고조파의 직류 성분을 입력받아 증폭하기 위한 제3 증폭 수단;
상기 제3 증폭 수단의 출력신호를 디지털 신호로 변환시키기 위한 제2 비교 수단;
상기 제1 및 제2 비교 수단의 출력신호를 배타적 논리합하여 제어방향을 판단하기 위한 배타적 논리합 연산 수단;
상기 배타적 논리합 연산 수단의 출력신호와 소정의 기준값을 비교하여 전압의 증감을 결정하기 위한 제3 비교 수단; 및
상기 제3 비교 수단의 출력신호를 비례적분하여 제어신호를 생성하여 상기 전압 인가 수단으로 출력하기 위한 비례 적분 수단을 포함하는 변조기의 동작점 제어 장치.

청구항3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 외부변조기는,
마하젠더형 변조기인 것을 특징으로 하는 변조기의 동작점 제어 장치.

청구항4

제 3 항에 있어서,
상기 전압 인가 수단은,
바이어스 티(Bias Tee)인 것을 특징으로 하는 변조기의 동작점 제어 장치.

청구항5

제 4 항에 있어서,
상기 검출 수단은,
저속신호를 검출하기 위한 핀(PIN) 검출기인 것을 특징으로 하는 변조기의 동작점 제어 장치.

청구항6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 주파수 체배 수단은,
상기 신호 발생 수단으로부터 출력되는 디더링 신호의 주파수를 실질적으로 2배로 체배하여 상기 위상 편이 수단으로 출력하는 것을 특징으로 하는 변조기의 동작점 제어 장치.

청구항7

제 6 항에 있어서,
상기 위상 편이 수단은,
상기 주파수 체배 수단의 출력신호를 실질적으로 90도 위상 변화시키는 것을 특징으로 하는 변조기의 동작점 제어 장치.

청구항8

외부변조기의 동작점이 안정되도록 제어하기 위한 변조기의 동작점 제어 장치에 적용되는 변조기의 동작점 제어 방법에 있어서,
상기 외부변조기의 출력신호를 분리하여 전기신호로 변환한 후에 증폭하는 제 1 단계;
디더링 신호(dithering signal)를 발생시키는 제 2 단계;

상기 증폭된 전기신호와 상기 디더링 신호를 곱하여 전기신호중 디더링 신호와 실질적으로 동일한 주파수 성분을 검출한 후에 검출된 신호중에서 직류(dc) 성분을 검출하는 제 3 단계;

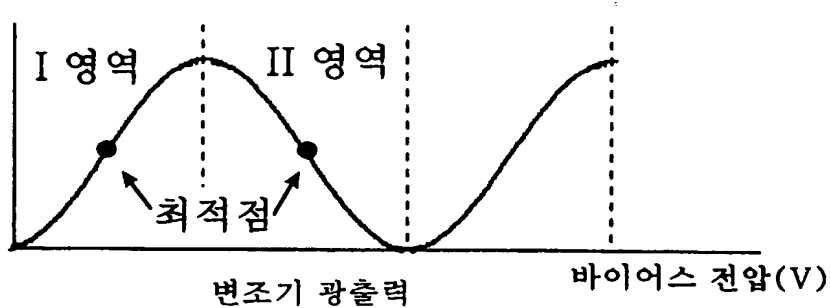
상기 디더링 신호의 주파수를 소정의 배수로 체배하고, 체배된 신호의 위상을 소정의 각도만큼 변화시킨 후에 위상 편이된 신호를 상기 증폭된 전기신호와 곱하여 전기신호중 디더링 신호의 상기 소정 배수가 되는 주파수 성분을 검출한 다음에 검출된 신호중에서 직류(dc) 성분을 검출하는 제 4 단계;

상기 검출된 직류(dc) 성분들을 이용하여 상기 외부변조기의 동작점 위치와 상기 외부변조기에 인가되어야 할 직류(dc) 전압의 크기를 결정하는 제 5 단계; 및

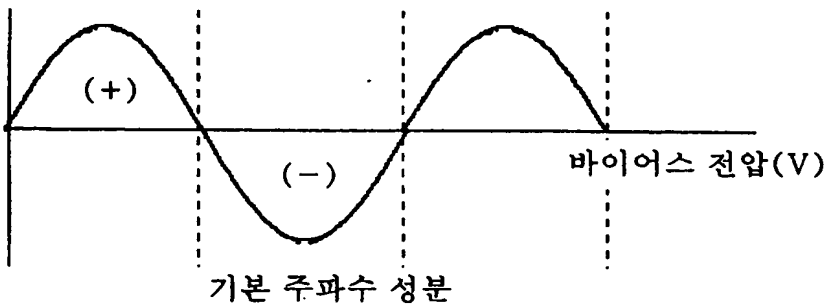
상기 생성된 디더링 신호와 상기 결정된 직류(dc) 전압을 더하여 상기 외부변조기의 직류(dc) 바이어스 포트에 인가하는 제 6 단계를 포함하는 변조기의 동작점 제어 방법.

도면

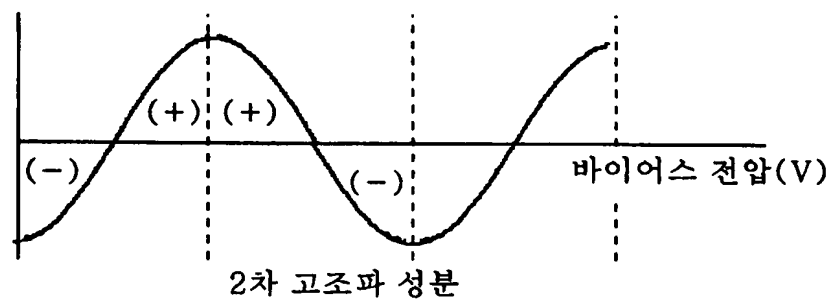
도면1a



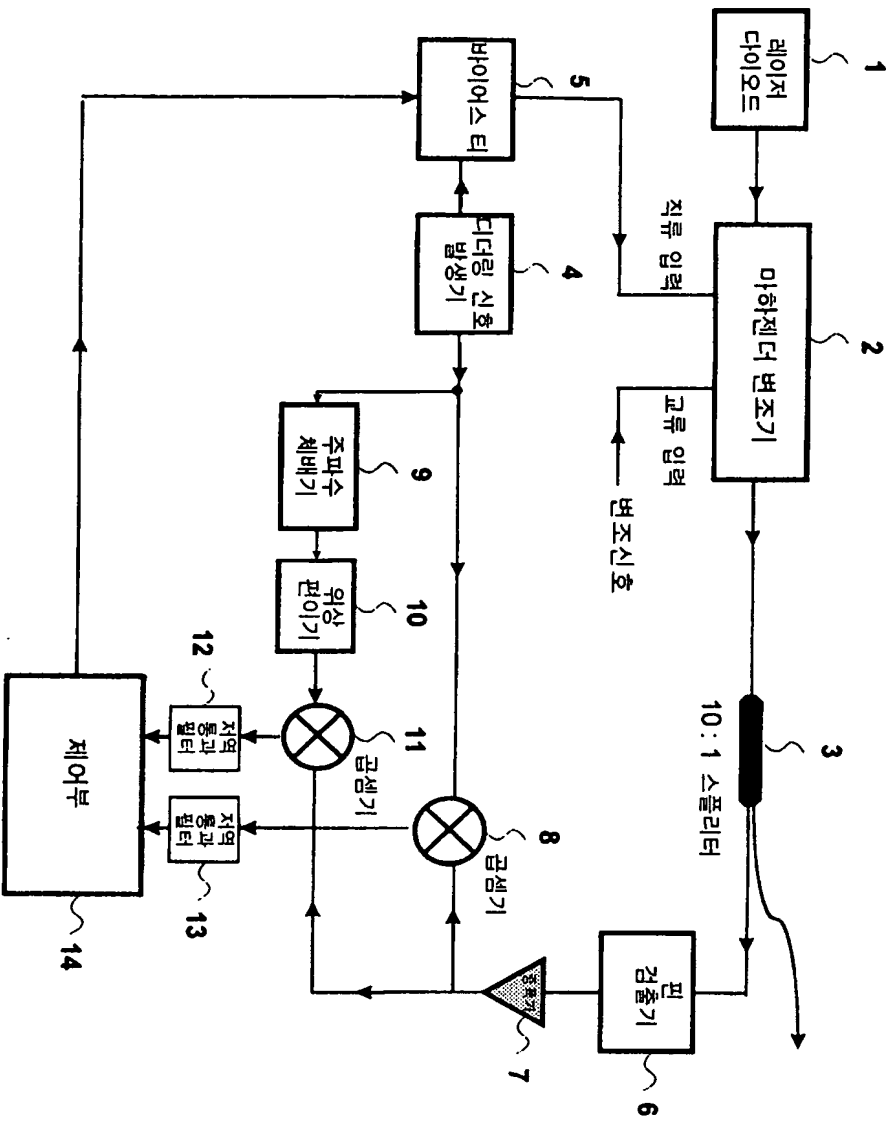
도면1b



도면1c



도면2



도면3

